

解 説

糸を紡ぐ器官

吉 田 真

クモ目はさまざまな種類の糸を作り出すことによって繁栄した、節足動物の特異なグループである。単一の食性（肉食）に限定されているにもかかわらず、クモ目には現在までに約3万4千種という非常に多くの種が記載されている。これは、クモが糸を使うことによってさまざまな生活様式を開発していったためと筆者は考えている。従って、これらの糸を作り出す器官（糸腺）や糸疣に開口する出糸管の研究は、クモの多様性を研究するうえで非常に重要であると思われる。

しかし、糸腺や出糸管の研究はまだ十分に行われていない。日本では、鞭状腺の発見という関口晃一先生の先駆的な研究 (Sekiguchi 1952) がありながら、その後の糸腺や出糸管の研究が遅れている。このシンポジウムではおもに、コガネグモ上科のクモの糸疣と出糸管を比較することによって、コガネグモ上科における糸を紡ぐ器官の多様性を明らかにし、これらの器官で作られる糸や粘着物質をクモがどのように使っているかについて言及した。筆者はこのテーマについてまとめたものを現在 *Acta arachnologica* に投稿中であり、詳しくはそちらを参照していただきたい。この小論では、クモ全般の糸を紡ぐ器官についてやや詳しく概説する。

1. 古蛛亜目の糸疣と糸腺

古蛛亜目にはハラフシグモ科とキムラグモ科が現存している。ハラフシグモ科は腹部背面に体節の名残を持っている、現存のもっとも原始

的なクモである。原蛛亜目や新蛛亜目の糸疣は腹部末端に位置するのに対して、古蛛亜目のそれは腹部下面のなかほどに位置している。これらの糸疣は、起源的には体節の付属肢の変形に由来するといわれている。

そのことは、ハラフシグモ類の発生過程の観察によっても示唆される。すなわち、まず第10・11体節に付属肢がそれぞれ1対生じ、後にそれは外枝と内枝に分かれ、結局8個の糸疣が生じる。古蛛亜目の糸腺は、付属肢の基節にあった分泌線（基節線）に由来し、出糸管は毛に由来するという (Bristowe 1932)。糸疣はその位置によって、第10体節の前内糸疣と前外糸疣、第11体節の後内糸疣と後外糸疣に分けられる。

古蛛亜目の糸腺は数百個あるが、すべて同じ種類の腺であるために、作られる糸は1種類にすぎない (吉倉 1987)。古蛛亜目のクモは穴居性であり、糸腺で作られた糸は、卵塊の梱包、住居（穴）の補修、住居入り口の蓋の作成、入り口から外側に放射状に張られた信号糸など、さまざまな用途に使用される。

2. 糸疣の退化と変形

ハラフシグモ科の *Liphisticus desultor* は4対の糸疣を持っているが、前内糸疣には出糸管はない。現存のクモでは前内糸疣は消失または変形していることが多い。そこで通常は前内糸疣を除いて、前外糸疣・後内糸疣・後外糸疣をそれぞれ前疣・中疣・後疣と呼んでいる。

新蛛亜目の無節板類では前内糸疣は消失する

1) Department of Biotechnology, Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University, Kusatsu, Shiga, 525-8577 Japan

〒 525-8577 滋賀県草津市 立命館大学理工学部生物工学科

か、または左右の前内糸疣が合体して機能を持たない間疣となっている。これに対して節板類では、前内糸疣は合体して節板（後述）を形成している。また原蛛亜目の多くの種では、前内糸疣だけではなく、前外糸疣（前疣）もまた完全に消失している。

3. 原蛛亜目の糸腺

原蛛亜目はトタテグモ類、ジョウゴグモ類、ジグモ類などを含んでおり、これらは基本的には穴居生活者である。トタテグモ類の多くは糸で裏打ちされた住居（穴）と扉を持っている。これに対してジグモ類は、糸で作られた長さ数十 cm、直径 1, 2 cm の袋を住居としており、袋の約半分は地中にあり、残りは地上にむき出しとなっている。またジョウゴグモの住居はジョウゴ（漏斗）の名のごとく、地中へと続く筒と外に広がる大きなシートからなる。

このように、古蛛亜目に比べて原蛛亜目では、住居の製作に大量の糸が使われるようになり、これに関連して糸腺も発達していった。糸腺の種類は、カネコトタテグモ属で 1 種類である (Palmer *et al.* 1982) のに対してジグモ属で 2 種類 (Glatz 1972)、ジョウゴグモ属の *Hexathele hochstetteri* で 3 種類であるという (吉倉 1987)。ただし、複数種類の糸腺で作られた性質の異なる糸をどのように使い分けているかについては、まだ報告されていない。

4. 新蛛亜目の糸腺

イ) 無節板類

新蛛亜目のクモの多くが 4 つの糸腺、すなわちナシ状腺・瓶状腺・ブドウ状腺・管状腺をもっている。コガネグモ上科のクモはこれに加えて 2 つの糸腺、すなわち鞭状腺と集合腺を持っている。

表 1 にジョウログモの糸腺の出糸管の数を示した。クモの糸腺は必ず 1 つの出糸管を持っているので、出糸管の数は糸腺の数を表している。ナシ状腺とブドウ状腺は小さな糸腺であり、前者は前疣に、後者は中疣と後疣に開口している。他はいずれも大きな糸腺であり、瓶状腺は前疣と中疣に、管状腺は中疣と後疣に、鞭状腺と集合腺は後疣に、それぞれ開口している。それぞれの糸腺で作られる糸は、表 1 に示したように、さまざまな用途に使われている。

それぞれの糸腺の種類や出糸管の数は、新蛛亜目のなかでもクモによって異なる。表 2 はワシグモ科の出糸管の数を示したものである。既に述べたように、コガネグモ上科以外のクモは鞭状腺と集合腺を持っていない。またワシグモ科では、瓶状腺が後疣にも開口している。コガネグモ上科のクモでは前疣に非常に多くのナシ状腺の出糸管があるのに対して、ワシグモ科では巨大な 5 つのナシ状腺の出糸管がある。ジョウログモに比べてブドウ状腺の出糸管は少なく、瓶状腺と管状腺の出糸管の数は多い (表 1 & 2)。

表 1. ジョウログモの出糸管の数と糸の用途

	ナシ状腺	瓶状腺	ブドウ状腺	管状腺	鞭状腺	集合腺
前疣	数十本	1	0	0	0	0
中疣	0	1	数本	1	0	0
後疣	0	0	数十本	2	1	2
用途	付着盤	引き糸	捕帯, 卵のう	卵のう	粘球糸の地糸	粘球糸の粘着物質

表 2. ワシグモ科の出糸管の数 (Platnick 1990)

	ナシ状腺	瓶状腺	ブドウ状腺	管状腺
前疣	5	2	0	0
中疣	0	1	5	4
後疣	0	2	5	2

このように、糸腺（の出糸管）の数はクモによって異なっており、管状腺を例にとると、コガネグモ上科は3対（表1）、タナグモ科やガケジグモ科は4対（Kovoor 1987）、ワシグモ科は6対（表2）、コモリグモ科の *Pardosa amentata* は43対の管状腺（の出糸管）を持っている（Richter 1970）。

ロ）篩板類

篩板は左右の前内糸統が合体したものであり、その表面には数千もの微小な篩板糸腺の出糸管がある。篩板類のクモはすべて、篩板糸腺を持っている。彼らは、篩板糸腺から引き出された非常に多くの微小繊維を毛櫛（もうしつ）と呼ばれる第4脚の特殊な毛の列で梳いて、帯状に揃えられた糸（パフ）を地糸に絡ませる。パフは強い接着力を持っており、それはパフの表面の物理的性質によるものと思われる。篩板類のクモはもちろん、無篩板類のクモと同様に、ナシ状腺・瓶状腺・ブドウ状腺・管状腺をもっている。

表3に示したように、いずれの科もナシ状腺・瓶状腺・ブドウ状腺・管状腺を持っている。偽鞭状腺は後疣に開口する、無篩板類の鞭状腺に相同の糸腺と思われる、ハグモ科やカヤシマグモ科はこの糸腺を持っていない（Kovoor 1987）。側篩板糸腺は中疣に開口するおそくはウズグモ科に固有の糸腺であり、微小な繊維がこの糸腺から引き出される（Peters & Kovoor 1980）。ウズグモ類が作る円網の横糸は、側篩板糸腺から引き出された微小繊維が偽鞭状腺から

引き出された1対の地糸の間に挟み込まれ、その外側を篩板糸腺から引き出されたパフが取り囲んでいるという、複雑なものである（Peters 1984）。

5. コガネグモ上科における糸腺と出糸管の多様性

表4はコガネグモ上科に属する4つの科、コガネグモ科・アシナガグモ科・ヒメグモ科・サラグモ科の出糸管の数をまとめたものである。

瓶状腺・管状腺・鞭状腺の3つの糸腺では、科が異なっても、開口する糸統は同じであり、出糸管の数も等しかった。しかし、集合腺とブドウ状腺では、出糸管の数や形態に科によって大きな違いが見られた。

①集合腺

集合腺の出糸管は、ほとんどの種では2つであったが、筆者の調べた範囲では、ヒメグモとムナボシヒメグモがただ1つの出糸管を持っていた。集合腺の出糸管の形態は、コガネグモ科・アシナガグモ科・サラグモ科では円錐形で、開口部が円であったのに対して、ヒメグモ科では横から見れば長方形、開口部は細長いスリット状であった。また、ヒメグモ科の集合腺の出糸管は他の科のそれよりはるかに巨大であった。

②ブドウ状腺

4つの科の間で、ブドウ状腺（の出糸管）の数に大きな違いが見られた。コガネグモ科では、中疣で百数十本、後疣で数百本の出糸管が存在していたのに対して、ヒメグモ科やサラグモ科

表3. 篩板類の糸腺（Kovoor 1977, 1987）。○はその糸腺が存在することを、－は存在しないことを、（－）はおそらく存在しないことを、それぞれ示している。

	ナシ状腺	瓶状腺	ブドウ状腺	管状腺	偽鞭状腺	篩板糸腺	側篩板糸腺
ハグモ科	○	○	○	○	－	○	（－）
ガケジグモ科	○	○	○	○	○	○	（－）
ウズグモ科	○	○	○	○	○	○	○

表4. コガネグモ上科の出糸管の数

	ナシ状腺	瓶状腺	ブドウ状腺	管状腺	鞭状腺	集合腺
前疣	数十本？	1	0	0	0	0
中疣	0	1	数～百数十本？	1	0	0
後疣	0	0	十数～数百本	2	1	1～2

では、どちらの糸疣にも数本の小さな出糸管があるだけであった。アシナガグモ科はその中間で、中疣には数本の出糸管、後疣には十数本から30本程度の出糸管を持つ種が多かった。ジョロウグモは後疣に60本程度の、アシナガグモ科ではもっとも多いブドウ状腺の出糸管を持っていたが、この数値はコガネグモ科のその数の1程度である。

③機能的考察

集合腺とブドウ状腺に上述の違いは、これらの糸腺で作られる糸の機能と関連させて論じることができる。ヒメグモ科のクモは捕帯を使わず、粘球糸を投げかけて餌を捕らえる。この糸には巨大な粘球がついており、糸が引き出されるときに大量の粘着物質が集合腺から引き出されることを示している。ヒメグモ科では、捕帯を使わなくなったためにブドウ状腺の数が減少し、粘球が大きいくほど粘球糸の捕獲能力が高まるために集合腺が大きくなったと推測してもいいだろう。

これに対してコガネグモ科のクモの多くは、網にかかった餌を捕帯で攻撃する。捕帯での攻撃は、Robinson (1975) によれば大型で and/or 危険な餌の捕獲と捕獲時間の短縮に効果的である。コガネグモは網にかかったバッタなどを捕帯によって短時間でくるんでしまう。このことは大量の糸がブドウ状腺から引き出されることを示しており、それはこのクモが非常に多くのブドウ状腺を持っているためと思われる。

④分類の形質としての糸疣と出糸管の重要性

糸疣の形態、糸疣上での出糸管の位置、出糸管の形態と数などはすでにクモの分類の形質として利用されている（たとえば、Coddington 1989, Hominga *et al.* 1995）が、日本の分類学者はまだほとんど利用していない。糸疣と出糸管は大量の情報を含んでおり、これらの形態の比較が日本のクモの分類に早急に利用されるようになることを、筆者は望んでいる。

引用文献

Bristowe, W. S., 1932. The liphistiid spiders.

With an appendix on their internal anatomy. *Proc. Zool. Soc. (London)*, **103**: 1015-1057.

Coddington, J. A., 1989. Spinnerets silk spigot morphology. Evidence for the monophyly of orb-weaving spiders, Cyrtophorinae (Araneidae), and the group Theridiidae-Nesticidae. *J. Arachnol.*, **17**: 71-95.

Glatz, L., 1972. Der Spinnapparat haplogyner Spinnen (Arachnida, Araneae). *Z. Morph. Tiere*, **72**: 1-26.

Hominga, G., W. G. Eberhard & J. A. Coddington., 1995. Web-construction behaviour in Australian *Phonognatha* and the phylogeny of Nephilinae and tetragnathid spiders (Araneae: Tetragnathidae). *Aust. J. Zool.* **43**: 313-364.

Kovoor, J., 1977. L'appareil sericigene dans le genre *Uloborus* Latr. (Araneae, Uloboridae). 1. Anatomie. *Rev. Arach.*, **1**: 89-102.

Kovoor, J., 1987. Comparative structure and histo-chemistry of silk-producing organs in arachnids. In *Ecophysiology of spiders* (Nentwig, W. ed.): 160-210.

Palmer, J. M., F. A. Coyle and F. W. Harrison, 1982. Structure and cytochemistry of silk glands of the mygalomorph spider *Antrodiaetus unicolor* (Araneae, Antrodiaetidae). *J. Morph.*, **174**: 269-274.

Peters, H. M., 1984. The spinning apparatus of Uloboridae in relation to the structure and construction of capture threads (Arachnida, Araneida). *Zoomorphology*, **104**: 96-104.

Peters, H. M. & J. Kovoor, 1980. Un complement a l'appareil sericigene des Uloboridae (Araneae): Le paracribellum et ses glandes. *Zoomorphology*, **96**: 91-102.

Platnick, N. I., 1990. Spinneret morphology and the phylogeny of ground spiders (Araneae : Gnaphosoidea). *Amer. Mus. Nov.* **2978**: 1-42.

- Richter, C. J. J., 1970. Morphology and function of the spinning apparatus of the wolf spider *Pardosa amentata* (Cl.) (Araneae, Lycosidae). *Z. Morph. Tiere*, **68**: 37-68.
- Robinson, M. H., 1975. The evolution of predatory behavior in araneid spiders. Pp. 292-312, in *Function and Evolution in Behavior* (G. Baerends, C. Beer and A. Manning, eds.). Clarendon Press, Oxford.
- Sekiguchi, K., 1952. On a new spinning gland found in geometric spiders and its functions. *Annot. Zool. Japan*. **25**: 394-399.
- 吉倉眞, 1987. クモの生物学. 613pp. 学会出版センター.